

明 細 書

電力変換装置、モータドライブ装置、B T Bシステムおよび系統連
系インバータシステム

技術分野

本発明は、交流入力かつ交流出力の双方向の電力変換装置、この電力変換装置を備えるモータドライブ装置、および、この電力変換装置からなるB T Bシステム、ならびに、交流および直流相互間を変換する双方向の電力変換装置、この電力変換装置を備えるモータドライブ装置、および、この電力変換装置からなる系統連系インバータシステムに関する。

背景技術

配電系統において、複数の電力変換器からなる電力設備の一例として、B T B (Back-To-Back) システムや系統連系インバータシステムがある。このうちB T Bシステムは、半導体スイッチを用いた電力変換器が2つ背合わせ (Back-To-Back) に接続された装置であり、交流を直流に一旦変換した後、再度交流に変換する機能を有する。B T Bシステムは、同一周波数の交流系統を連系する系統間連系設備や、異なる周波数の交流系統を連系する周波数変換設備等に利用されている。

またB T Bシステムは、交流電動機のドライブ装置としても利用されており、これにより交流電動機の可変速制御および回生動作が可能となる。

図11は、一般的な配電系統用B T Bシステムの主回路図である

この図では、50／60 Hz、6.6 kVの交流電圧を商用周波変圧器53で降圧し、2台の2レベルもしくは3レベル電圧形PWM変換器51および52をBTB（Back-To-Back）に接続した双方向電力変換装置50が示されている。交流系統との接続に商用周波変圧器53を介するのは、交流電圧の降圧および／または昇圧、ならびに、交流系統と電力変換装置との電氣的な絶縁のためである。

一方、電力変換器を起因とする高調波電圧を低減するために、さまざまなマルチレベル変換器も提案されている。

図12は、従来例による高圧ダイレクトドライブシステムの主回路図である。

この図では、米国特許第5625545号明細書に記載された高圧ダイレクトドライブシステム60が示されており、これは、交流電動機64の可変速ドライブシステムである。図示のように、多巻線変圧器（50／60 Hz）（参照番号63）の二次絶縁巻線に、ダイオード整流器61およびインバータ62のセットを複数組接続する。そして、複数のインバータ62の交流出力側は直列接続される。その結果、インバータ62の直列接続数を増加させれば、高圧出力を容易に得ることができる。また、この交流出力電圧はマルチレベル波形となり、2レベルインバータと比較して高調波電圧を大幅に低減することができる。

上述のBTBシステムについては、交流系統と電力変換回路との間で電氣的な絶縁をとるために、交流系統と電力変換回路との間に商用周波変圧器を設置する必要がある。しかし、商用周波変圧器は大型で重量があり、その結果、システム全体が大型で重量のあるものになってしまう。これに対し、商用周波変圧器を用いずにトランスレスで交流系統に直結した場合には、各相の連系リアクトルやフィーダインピーダンスに不平衡が存在すると、零相電流の基本波成

分がフィード間を循環し、地絡保護リレーの誤動作を引き起こす危険性がある。

また、上述の高圧ダイレクトドライブシステムについては、多巻線変圧器は、その巻線構造は極めて複雑であり、非常に高価である。システム全体に占める多巻線変圧器の体積および重量の割合も大きい。さらには、主回路構成からも明らかなように、交流電動機の減速時における回転エネルギーを電源へ回生することができない。

また、変換器を複数備えてなるシステムは、接続する電力変換器の個数が増加するほどスイッチング素子の個数が増加し、その結果、スイッチング素子の損失も増加してしまい、変換効率が下がるという問題がある。

従って本発明の第1の目的は、上記問題に鑑み、トランスレスで交流系統に直結することができ、小型軽量で、製造安価であり、かつ、回生動作が可能な、交流入力かつ交流出力の双方向の電力変換装置、この電力変換器を備えるモータドライブ装置および、この電力変換器からなるB T Bシステムを提供することにある。

また、本発明の第2の目的は、上記問題に鑑み、トランスレスで交流系統に直結することができ、小型軽量で、製造安価である双方向の電力変換装置、この電力変換器を備えるモータドライブ装置および、この電力変換器からなる系統連系インバータシステムを提供することにある。

発明の開示

上記目的を実現するために、本発明においては、複数の交直変換器と、高周波変圧器とを用いて電力変換装置を構成する。

図1は、本発明の第1の態様による電力変換装置におけるコンバータセルの概略的な回路図である。以降、異なる図面において同じ

参照番号が付されたものは同じ構成要素であることを意味するものとする。

交流入力かつ交流出力の双方向の電力変換装置 1 は、単相交流および直流相互間の変換をする第 1 の交直変換器 1 1 と、第 1 の交直変換器 1 1 の直流側に接続され、単相交流および直流相互間の変換をする第 2 の交直変換器 1 2 と、単相交流および直流相互間の変換をする第 3 の交直変換器 1 3 と、第 3 の交直変換器 1 3 の直流側に接続され、単相交流および直流相互間の変換をする第 4 の交直変換器 1 4 と、第 2 の交直変換器 1 2 の交流側と第 3 の交直変換器 1 3 の交流側との間に接続される高周波変圧器 1 5 と、を備えるコンバータセル 2 0 を備える。

図 2 は、本発明の第 1 の態様において複数のコンバータセルを備える電力変換装置の概略的な回路図である。

図示のように、本発明の第 1 の態様において、複数のコンバータセル 2 0 - 1、2 0 - 2、…、2 0 - N（ただし、N は 2 以上の自然数）を備える電力変換装置 1 は、複数のコンバータセル 2 0 - 1、2 0 - 2、…、2 0 - N の各第 1 の交直変換器 1 1 の交流側どうしが直列接続され、かつ、この複数のコンバータセルの各第 4 の交直変換器 1 4 の交流側どうしが直列接続される。直列接続するコンバータセルの段数が増加するほど、交流電圧は多レベル（マルチレベル）化される。各コンバータセル 2 0 - 1、2 0 - 2、…、2 0 - N の回路構成は、図 1 を参照して説明したとおりである。

図 3 は、本発明の第 2 の態様において、直流側が直列接続された複数のコンバータセルを備える電力変換装置の概略的な回路図である。

図示のように、本発明の第 2 の態様によれば、交流および直流相互間を変換する双方向の電力変換装置 1 は、単相交流および直流相

互間の変換をする第 1 の交直変換器 1 1 と、第 1 の交直変換器 1 1 の直流側に接続され、単相交流および直流相互間の変換をする第 2 の交直変換器 1 2 と、単相交流および直流相互間の変換をする第 3 の交直変換器 1 3 と、第 2 の交直変換器 1 2 の交流側と第 3 の交直変換器 1 3 の交流側との間に接続される高周波変圧器 1 4 と、を備えるコンバータセル 2 0 を備える。

そして、複数のコンバータセル 2 0 - 1、2 0 - 2、…、2 0 - N（ただし、N は 2 以上の自然数）を備える電力変換装置 1 は、複数のコンバータセル 2 0 - 1、2 0 - 2、…、2 0 - N の各第 1 の交直変換器 1 1 の交流側どうしが直列接続され、かつ、この複数のコンバータセルの各第 3 の交直変換器 1 3 の直流側どうしが直列接続される。

図 4 は、本発明の第 2 の態様において、直流側が並列接続された複数のコンバータセルを備える電力変換装置の概略的な回路図である。

図示のように、本発明の第 3 によれば、交流および直流相互間を変換する双方向の電力変換装置 1 は、単相交流および直流相互間の変換をする第 1 の交直変換器 1 1 と、第 1 の交直変換器 1 1 の直流側に接続され、単相交流および直流相互間の変換をする第 2 の交直変換器 1 2 と、単相交流および直流相互間の変換をする第 3 の交直変換器 1 3 と、第 2 の交直変換器 1 2 の交流側と第 3 の交直変換器 1 3 の交流側との間に接続される高周波変圧器 1 4 と、を備えるコンバータセル 2 0 を備える。

そして、複数のコンバータセル 2 0 - 1、2 0 - 2、…、2 0 - N（ただし、N は 2 以上の自然数）を備える電力変換装置 1 は、複数のコンバータセル 2 0 - 1、2 0 - 2、…、2 0 - N の各第 1 の交直変換器 1 1 の交流側どうしが直列接続され、かつ、この複数の

コンバータセルの各第 3 の交直変換器 1 3 の直流側どうしが並列接続される。

図 5 は、本発明の第 1 の態様による電力変換装置が三相交流電源系統に接続される場合の概略的な回路図である。

図中、三相交流電源系統の各相を、 u 、 v および w で表し、これら各相のリアクタンス成分をリアクトル 1 で示す。本発明の第 1 の態様による電力変換装置 1 が三相交流電源系統に接続される場合には、電力変換装置 1 は、三相交流電源系統に対して各相ごとに直結される。なお、図 5 では u 相に接続された電力変換装置 1 のみ示している。しかし、 v 相および w 相についても同様であり、ここでは、図面を簡明なものにするためにこれらを省略する。

上述のように、1 つの電力変換器 1 内に含まれる複数のコンバータセル $20-1$ 、 $20-2$ 、 \dots 、 $20-N$ は、各第 1 の交直変換器 1 1 の交流側どうしが直列接続され、かつ、この複数のコンバータセルの各第 4 の交直変換器 1 4 の交流側どうしが直列接続される。このうち、電力変換器 1 と外部回路との接続点となる端子を有するコンバータセルは、図 5 においてはコンバータセル $20-1$ および $20-N$ となるが、コンバータセル $20-1$ の外部回路との接続端子は交流電源系統に接続され、コンバータセル $20-N$ の外部回路との接続端子は他の相とスター結線される。なお、図 5 では電力変換装置 1 の交流側はスター結線であるが、デルタ結線でもよい。

本発明の第 2 の態様において、直流側が直列接続された複数のコンバータセルを備える電力変換装置が三相交流電源系統と直流系統との間に接続される場合も、図 5 の回路と同様である。

図 6 は、本発明の第 2 の態様において、直流側が並列接続された複数のコンバータセルを備える電力変換装置が三相交流電源系統と直流系統との間に接続される場合の概略的な回路図である。

この場合、本発明の第 2 の態様による電力変換装置 1 は、各コンバータセル 20-1、20-2、…、20-N の交流側が三相交流電源系統に対して各相ごとに直結される。一方、各コンバータセル 20-1、20-2、…、20-N の直流側は並列接続されて、直流系統に接続される。なお、図 6 では u 相に接続された電力変換装置 1 のみ示している。しかし、v 相および w 相についても同様であり、ここでは、図面を簡明なものにするためにこれらを省略する。

以上説明した各交直変換器は、エネルギーバンド幅の広い半導体を用いたスイッチング素子を有するのが好ましい。このスイッチング素子の例としてはワイドギャップ半導体(Wide-energy-gap semiconductor)がある。

本発明の第 1 および第 2 の態様による電力変換器を、交流電動機を可変速制御するためのモータドライブ装置として用いることができる。

また、本発明の第 1 の態様による電力変換器を、B T B システムとして用いることもできる。

また、本発明の第 2 の態様による電力変換器を、直流系統と交流系統とを連系する系統連系インバータシステムとして用いることもできる。

本発明の第 1 の態様によれば、交流入力かつ交流出力の双方向の電力変換装置をトランスレスで交流系統に直結することができ、製造安価であり、装置全体を小型軽量化することができる。パワーフローは双方向であり、電力回生が可能である。

本発明の第 2 の態様によれば、交流および直流相互間を変換する双方向の電力変換装置をトランスレスで交流系統に直結することができ、製造安価であり、装置全体を小型軽量化することができる。パワーフローは双方向であり、電力回生が可能である。

本発明においては、系統電源もしくは負荷側と電力変換装置との間の電氣的絶縁は、従来のような電力変換装置と系統電源との間に設けられた商用周波変圧器ではなく、電力変換装置内に備えられた高周波変圧器によって実現される。高周波変圧器は、商用周波変圧器に比べて小型軽量であるので、本発明による電力変換装置は小型化、軽量化される。

また、本発明において、電力変換装置内に備えられた交直変換器のスイッチング素子に、超低損失スイッチング素子を用いれば冷却装置や放熱フィンをさらに小型化できる。

本発明によれば、電力変換装置内において直列接続されるコンバータセルの個数が増加するほど、交流電圧の波形レベル数は増加する。すなわち、本発明においては、コンバータセルを複数個直列接続すれば、高調波の少ない良好な交流電圧波形を得ることができるので、電力変換装置内のスイッチング素子のスイッチングリップルは系統連系用リアクトルのみで完全に抑制することができ、新たにスイッチングリップル抑制用パッシブフィルタを設ける必要はない。

本発明の第1の態様による電力変換器はB T Bシステムとして用いることができ、本発明の第2の態様による電力変換器は系統連系インバータシステムとして用いることができる。

また、本発明による電力変換器の一端に交流電動機を接続すれば、交流電動機を可変速制御することも可能であるのでモータドライブ装置としても活用することができる。この場合、高調波対策やEMI対策を特に必要としないので、環境にやさしいモータドライブ装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1の態様による電力変換装置におけるコンバ

ータセルの概略的な回路図である。

図 2 は、本発明の第 1 の態様において複数のコンバータセルを備える電力変換装置の概略的な回路図である。

図 3 は、本発明の第 2 の態様において、直流側が直列接続された複数のコンバータセルを備える電力変換装置の概略的な回路図である。

図 4 は、本発明の第 2 の態様において、直流側が並列接続された複数のコンバータセルを備える電力変換装置の概略的な回路図である。

図 5 は、本発明の第 1 の態様による電力変換装置が三相交流電源系統に接続される場合の概略的な回路図である。

図 6 は、本発明の第 2 の態様において、直流側が並列接続された複数のコンバータセルを備える電力変換装置が三相交流電源系統と直流系統との間に接続される場合の概略的な回路図である。

図 7 は、本発明の実施例による電力変換装置の一部を示す主回路図である。

図 8 は、本発明の実施例による電力変換装置の主回路のうち双方向絶縁形 DC / DC コンバータの構造を有する部分の回路図であり、(a) は非共振形の双方向絶縁形 DC / DC コンバータを示し、(b) は共振形の双方向絶縁形 DC / DC コンバータを示す図である。

図 9 は、本発明の実施例による電力変換装置の設計パラメータを例示する図である。

図 10 は、本発明の実施例において、一相あたり 4 個のコンバータセルが直列接続された電力変換装置のシミュレーションによる合成相電圧波形を例示する図であり、(a) は u 相の相電圧、(b) は v 相の相電圧、(c) は w 相の相電圧である。

図 1 1 は、一般的な配電システム用 B T B システムの主回路図である。

図 1 2 は、従来例による高圧ダイレクトドライブシステムの主回路図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の実施例として、上述の本発明の第 1 の態様に関して説明するが、第 2 の態様についても同様に実施できる。

図 7 は、本発明の実施例による電力変換装置の一部を示す主回路図である。

電力変換装置 1 は、一相あたり、N 個のコンバータセルの交流側を直列接続した主回路構成を有する。なお、図面を簡明なものにするために、図 7 では、コンバータセル 2 0 - 1 およびこれに直列接続されるコンバータセル 2 0 - 2 のみについて示している。

本実施例では、第 1 ～第 4 の交直変換器 1 1 ～1 4 を単相電圧形 P W M 変換器で実現する。第 2 の交直変換器 1 2 の交流側と第 3 の交直変換器 1 3 の交流側との間には高周波変圧器 1 5 が接続される。なお、第 1 の交直変換器 1 1 および第 2 の交直変換器 1 2 の直流側と、第 3 の交直変換器 1 3 および第 4 の交直変換器 1 4 の直流側には平滑コンデンサが設けられる。

各交直変換器に備えられるスイッチング素子は、エネルギーバンド幅の広い半導体からなるのが好ましい。すなわち、現在主流の S i (シリコン) に比べて低損失の半導体であり、好ましくは、S i C (シリコンカーバイド)、G a N (窒化ガリウム) もしくはダイヤモンドなどのワイドギャップ半導体である。ワイドギャップ半導体は、禁制帯と伝導帯との間のエネルギーバンド幅が広く、S i の場合の約 3 倍である。なお、S i であっても、最新の低損失・高ス

スイッチング素子を使用すれば、本発明に十分適用可能である。

なお、図 7 では、各交直変換器に備えられるスイッチング素子を I G B T (Insulated Gate Bipolar Transistor) の記号を用いているが、本実施例では、S i C - M O S F E T や S i C - J F E T などのような、超低損失および高速スイッチング特性を有するスイッチング素子（パワーデバイス）を用いてもよい。

S i C は、S i に比べ、絶縁破壊強度が約 10 倍、飽和電子速度が約 2 倍、熱伝導度が約 3 倍という優れた物性値を有し、スイッチング素子として用いた場合の性能計数は S i のそれと比べて 2 桁以上も大きい。このため、S i C を用いたスイッチング素子は、現在主流の S i を用いたスイッチング素子に比べて、オン抵抗を約 $1/200$ にすることができるので、超低損失、高速スイッチングおよび高耐圧の M O S F E T や J F E T (S I T)、ショットキーバリアダイオードを実現できる。

また、G a N - H E M T (High Electron Mobility Transistor) では、耐圧が 1300 V のものが既に開発されており、このオン抵抗は $1.7 \text{ m}\Omega \text{ cm}^2$ （オン電圧は $0.17 \text{ V at } 100 \text{ A/cm}^2$ ）である。これは、1200 V 耐圧の S i - I G B T と比べるとオン電圧は $1/10$ 以下となるので、本発明に適したスイッチング素子の 1 つであるといえる。

上述のような超低損失スイッチング素子は、導通損失やスイッチング損失が現状の S i を用いたスイッチング素子の $1/10$ 以下であり、従って、超低損失スイッチング素子を用いれば冷却装置や放熱フィンを大幅に小型化できる。

一方、高周波変圧器については、その中間周波数は、使用するスイッチング素子や変換器容量などに関係するが、騒音問題を考慮すると可聴周波数以上の 20 kHz 以上が好ましい。この高周波変圧

器により系統電源もしくは負荷側と電力変換装置との間の電氣的絶縁が実現される。

高周波変圧器の鉄心には、鉄損の少ないアモルファスなどの磁性材料が適している。高周波変圧器は、商用周波変圧器に比べて小型軽量であるので、この点においても従来例に比べ本実施例による電力変換装置は小型化、軽量化される。

ところで、図 7 に示した本実施例の電力変換装置では、第 2 の交直変換器 12、高周波変圧器 15 および第 3 の交直変換器 13 は、一般的に知られるいわゆる双方向絶縁形 DC/DC コンバータと同様の構造を有しており、この双方向絶縁形 DC/DC コンバータの各直流側に、第 1 の交直変換器 11 および第 4 の交直変換器 14 としして単相ブリッジ電圧形 PWM コンバータをそれぞれカスケード接続したような回路構成を有しているともいえる。

図 8 は、本発明の実施例による電力変換装置の主回路のうち双方向絶縁形 DC/DC コンバータの構造を有する部分の回路図であり、(a) は非共振形の双方向絶縁形 DC/DC コンバータを示し、(b) は共振形の双方向絶縁形 DC/DC コンバータを示す図である。

図 8 において、パワーフローが左から右へ向かう場合、第 2 の交直変換器 12 は 180 度通電方形波出力電圧形インバータとして動作し、第 3 の交直変換器 13 はダイオード整流回路もしくは同期整流回路として動作する。この結果、スイッチング素子に並列に接続したコンデンサは、いわゆるロスレススナバとして動作し、スイッチング素子の dv/dt 抑制およびスイッチング損失の低減に有効である。

図 8 (a) に示した非共振形に比べ、図 8 (b) に示した共振形は、共振コンデンサを有する分、体積および重量が若干大きくなる

が、スイッチング損失は低減される。なお、図 7 に示す電力変換装置では、図 8 (a) に示した非共振形の構成を有しているが、図 8 (b) に示した共振型の構成を有してもよい。

上述のように、本実施例による電力変換装置 1 は、一相あたり、N 個のコンバータセルの交流側を直列接続して構成される。図 9 は、本発明の実施例による電力変換装置の設計パラメータを例示する図である。この図では、6.6 kV の系統電圧に接続された電力変換装置において、一相あたりのコンバータセルの個数を N 個としたときの交流電圧の波形レベル数、交流入力電圧の実効値、直流リンクの電圧値、およびスイッチング素子の定格電圧を示している。直列接続されるコンバータセルの個数が増加するほど、交流電圧の波形レベル数は増加する。

例えば、一相あたり 4 個のコンバータセルが直列接続されている場合、コンバータセルの交流電圧実効値は $6600 / 4\sqrt{3} = 952$ V となる。ここで、コンバータセルの直流リンクの電圧値を、コンバータセルの交流電圧実効値の 1.6 倍である 1.52 kV とする。スイッチング素子の所要耐圧を直流リンクの電圧値の 2 倍とすると、3.0 kV 以上の高耐圧スイッチング素子を必要とすることになる。

図 10 は、本発明の実施例において、一相あたり 4 個のコンバータセルが直列接続された電力変換装置のシミュレーションによる合成相電圧波形を例示する図であり、(a) は u 相の相電圧、(b) は v 相の相電圧、(c) は w 相の相電圧である。

4 個のコンバータセルを交流電圧を合成した相電圧波形は、図示のように 9 レベルとなり、単相ブリッジ電圧形 PWM コンバータのキャリア周波数が 450 Hz 程度でも高調波の少ない良好な交流電圧波形となる。したがって、スイッチングリップルは系統連系用リア

クトルのみで完全に抑制することができるので、新たにスイッチングリプル抑制用パッシブフィルタを設ける必要はない。

以上説明した本発明の実施例による電力変換器は、B T Bシステムとして用いることができる。

また、本実施例による電力変換器の一端に交流電動機を接続すれば、交流電動機を可変速制御することも可能であるのでモータドライブ装置としても活用することができる。パワーフローは双方向であり、電力回生が可能である。この場合、高調波対策やE M I対策を特に必要としないので、環境にやさしいモータドライブ装置を提供することができる。

本発明による電力変換器は、B T Bシステムや系統連系インバータシステムとして用いることができる。

また、本発明による電力変換器の一端に交流電動機を接続すれば、交流電動機を可変速制御することも可能であるのでモータドライブ装置としても活用することができる。この場合、高調波対策やE M I対策を特に必要としないので、環境にやさしいモータドライブ装置を提供することができる。

請 求 の 範 囲

1. 交流入力かつ交流出力の双方向の電力変換装置であって、
単相交流および直流相互間の変換をする第1の交直変換器と、
該第1の交直変換器の直流側に接続され、単相交流および直流相互間の変換をする第2の交直変換器と、

単相交流および直流相互間の変換をする第3の交直変換器と、
該第3の交直変換器の直流側に接続され、単相交流および直流相互間の変換をする第4の交直変換器と、

前記第2の交直変換器の交流側と前記第3の交直変換器の交流側との間に接続される高周波変圧器と、を備えるコンバータセルを備えることを特徴とする電力変換装置。

2. 複数の前記コンバータセルの各前記第1の交直変換器の交流側どうしが直列接続され、かつ、該複数のコンバータセルの各前記第4の交直変換器の交流側どうしが直列接続される請求項1に記載の電力変換装置。

3. 該電力変換装置が、三相交流電源系統に対して各相ごとに直結される請求項1または2に記載の電力変換装置。

4. 交流および直流相互間を変換する双方向の電力変換装置であって、

単相交流および直流相互間の変換をする第1の交直変換器と、
該第1の交直変換器の直流側に接続され、単相交流および直流相互間の変換をする第2の交直変換器と、

単相交流および直流相互間の変換をする第3の交直変換器と、
前記第2の交直変換器の交流側と前記第3の交直変換器の交流側との間に接続される高周波変圧器と、を備えるコンバータセルを備えることを特徴とする電力変換装置。

5. 複数の前記コンバータセルの各前記第1の交直変換器の交流側どうしが直列接続され、かつ、該複数のコンバータセルの各前記第3の交直変換器の直流側どうしが直列接続される請求項4に記載の電力変換装置。

6. 複数の前記コンバータセルの各前記第1の交直変換器の交流側どうしが直列接続され、かつ、該複数のコンバータセルの各前記第3の交直変換器の直流側どうしが並列接続される請求項4に記載の電力変換装置。

7. 該電力変換装置の交流側が、三相交流電源系統に対して各相ごとに直結される請求項4～6のいずれか一項に記載の電力変換装置。

8. 請求項1～7のいずれか一項に記載の電力変換装置を備えることを特徴とするモータドライブ装置。

9. 請求項1～3のいずれか一項に記載の電力変換装置からなることを特徴とするB T Bシステム。

10. 請求項4～7のいずれか一項に記載の電力変換装置からなることを特徴とする、直流系統と交流系統とを連系する系統連系インバータシステム。

補正書の請求の範囲

[2004年10月4日(04.10.04)国際事務局受理：出願当初の請求の範囲1－8は補正された；出願当初の請求の範囲9及び10は取り下げられた。]

1. (補正後) 交流入力かつ交流出力の双方向の電力変換装置であって、

単相交流および直流相互間の変換をする第1の交直変換器と、

該第1の交直変換器の直流側に接続され、単相交流および直流相互間の変換をする第2の交直変換器と、

単相交流および直流相互間の変換をする第3の交直変換器と、

該第3の交直変換器の直流側に接続され、単相交流および直流相互間の変換をする第4の交直変換器と、

前記第2の交直変換器の交流側と前記第3の交直変換器の交流側との間に接続される高周波変圧器と、を有するコンバータセルを備え、

複数の前記コンバータセルの各前記第1の交直変換器の交流側どうしが直列接続され、かつ、該複数のコンバータセルの各前記第4の交直変換器の交流側どうしが直列接続されることを特徴とする電力変換装置。

2. (補正後) 該電力変換装置が、三相交流電源系統に対して各相ごとに直結される請求項1に記載の電力変換装置。

3. (補正後) 交流および直流相互間を変換する双方向の電力変換装置であって、

単相交流および直流相互間の変換をする第1の交直変換器と、

該第1の交直変換器の直流側に接続され、単相交流および直流相互間の変換をする第2の交直変換器と、

単相交流および直流相互間の変換をする第3の交直変換器と、

前記第2の交直変換器の交流側と前記第3の交直変換器の交流側との間に接続される高周波変圧器と、を有するコンバータセルを備

え、

複数の前記コンバータセルの各前記第 1 の交直変換器の交流側どうしが直列接続され、かつ、該複数のコンバータセルの各前記第 3 の交直変換器の直流側どうしが直列接続されることを特徴とする電力変換装置。

4. (補正後) 交流および直流相互間を変換する双方向の電力変換装置であって、

単相交流および直流相互間の変換をする第 1 の交直変換器と、

該第 1 の交直変換器の直流側に接続され、単相交流および直流相互間の変換をする第 2 の交直変換器と、

単相交流および直流相互間の変換をする第 3 の交直変換器と、

前記第 2 の交直変換器の交流側と前記第 3 の交直変換器の交流側との間に接続される高周波変圧器と、を有するコンバータセルを備え、

複数の前記コンバータセルの各前記第 1 の交直変換器の交流側どうしが直列接続され、かつ、該複数のコンバータセルの各前記第 3 の交直変換器の直流側どうしが並列接続されることを特徴とする電力変換装置。

5. (補正後) 該電力変換装置の交流側が、三相交流電源系統に対して各相ごとに直結される請求項3または4に記載の電力変換装置。

6. (補正後) 請求項1～5のいずれか一項に記載の電力変換装置を備えることを特徴とするモータドライブ装置。

7. (補正後) 請求項1または2に記載の電力変換装置からなることを特徴とするB T Bシステム。

8. (補正後) 請求項3～5のいずれか一項に記載の電力変換装置からなることを特徴とする、直流系統と交流系統とを連系する系統連系インバータシステム。

9. (削除)

10. (削除)

特許協力条約19条（1）に規定に基づく説明書

差替え用紙に記載した請求の範囲は最初に提出した請求の範囲と以下のように関連する。

- （1）請求項 1 ～ 8 を補正した。
- （2）請求項 9 及び10を削除した。

Fig.1

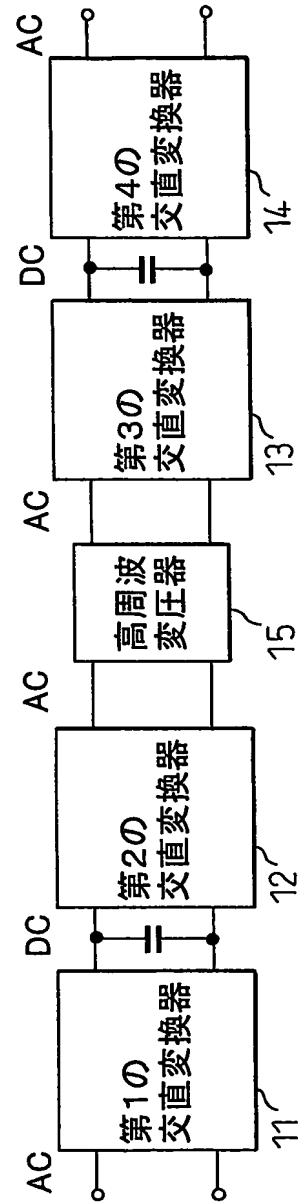


Fig.2

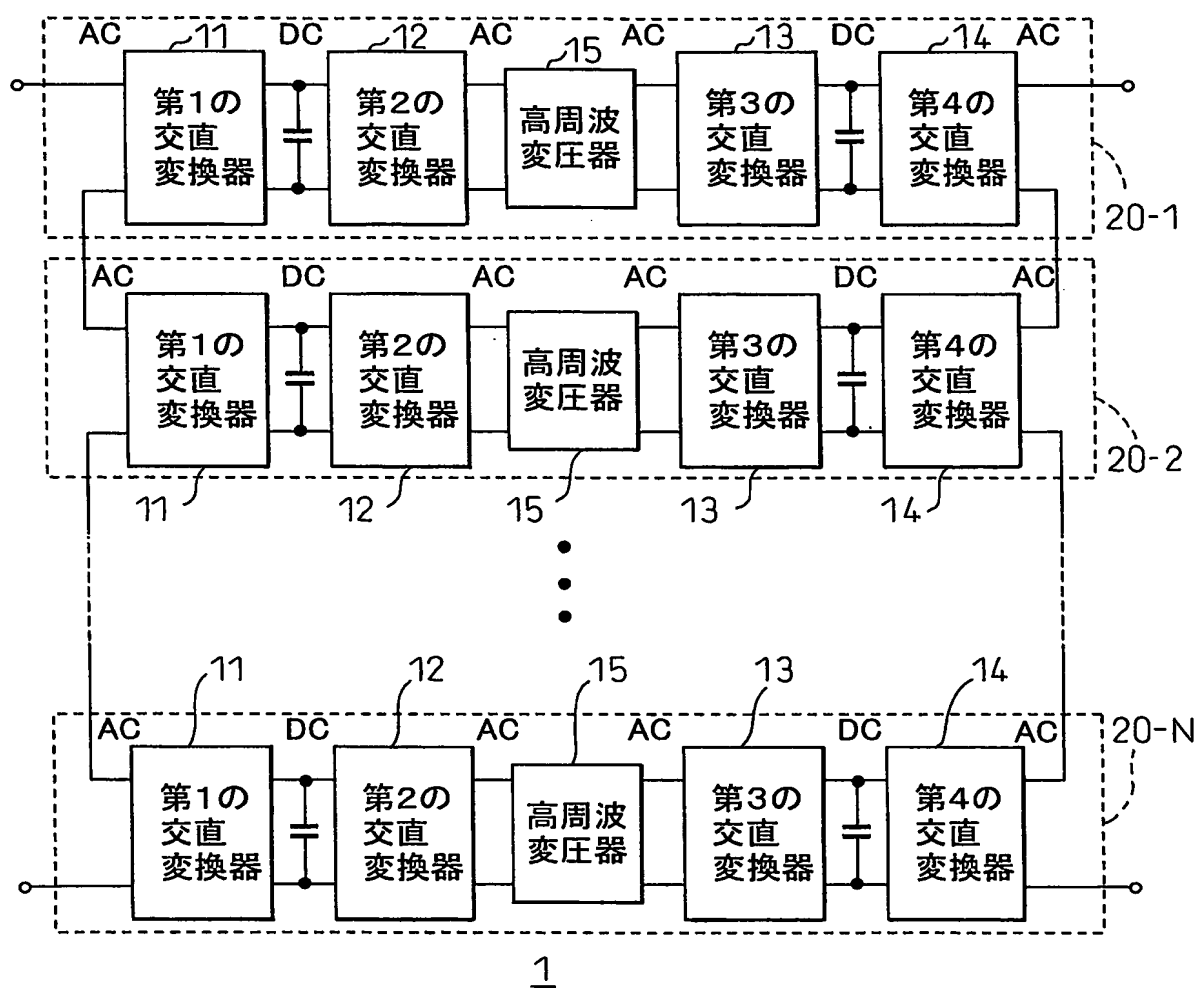


Fig. 3

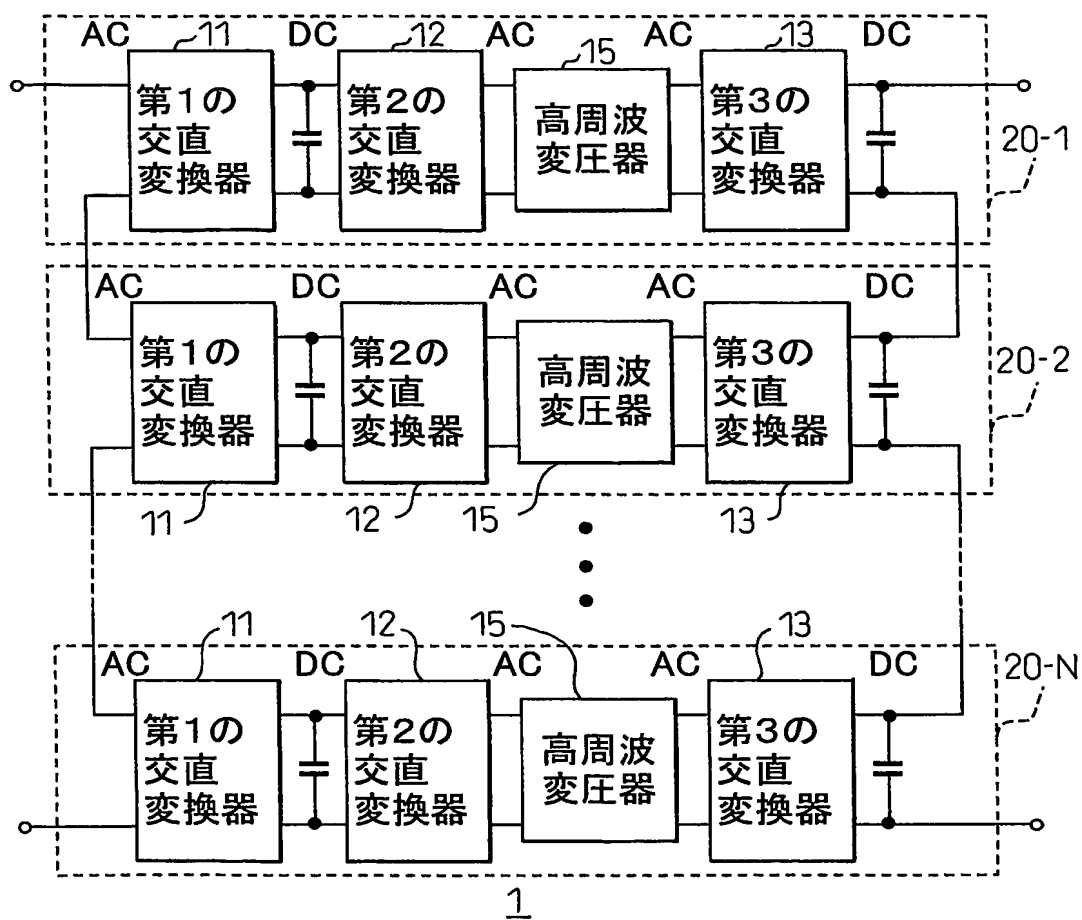


Fig.4

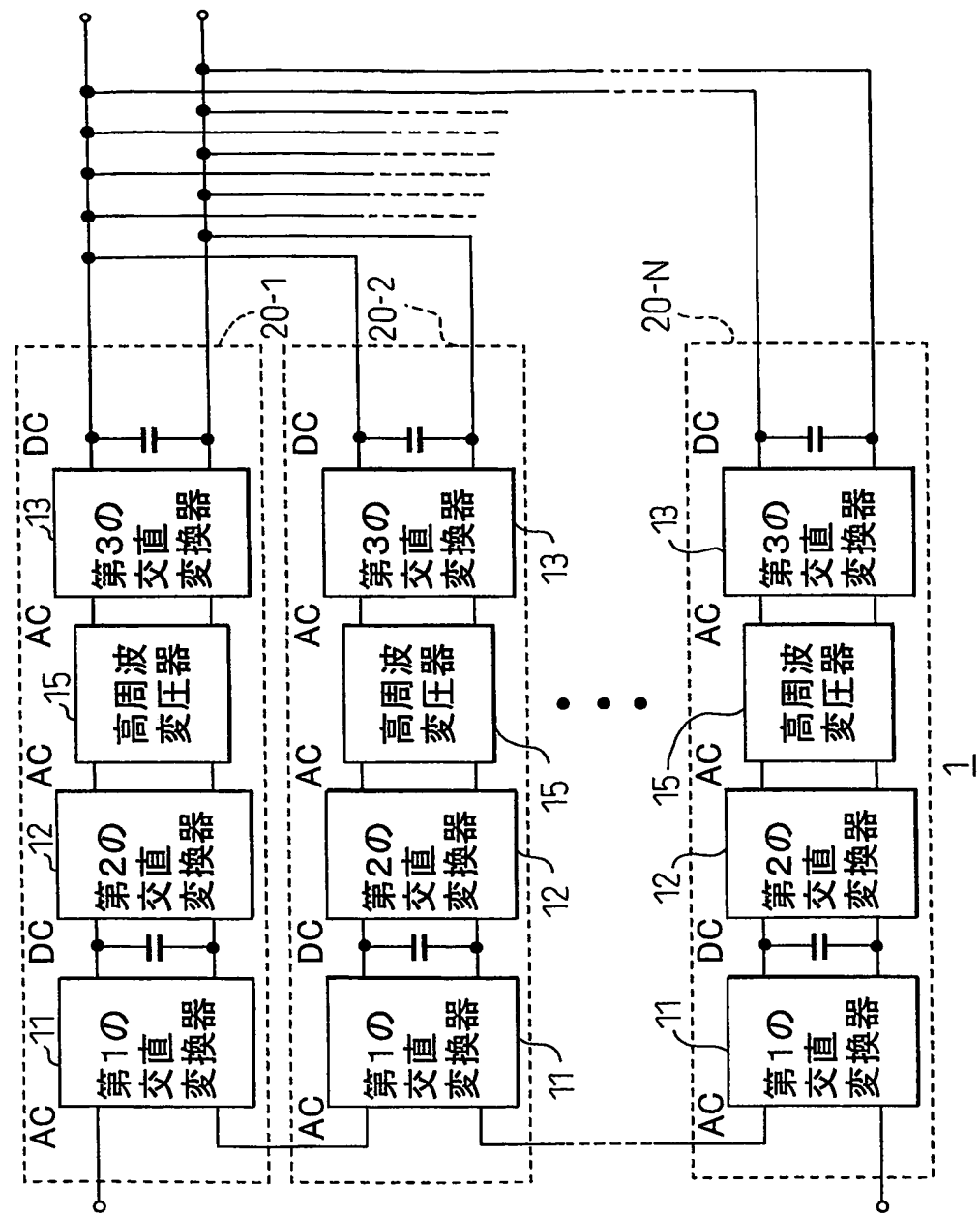


Fig.5

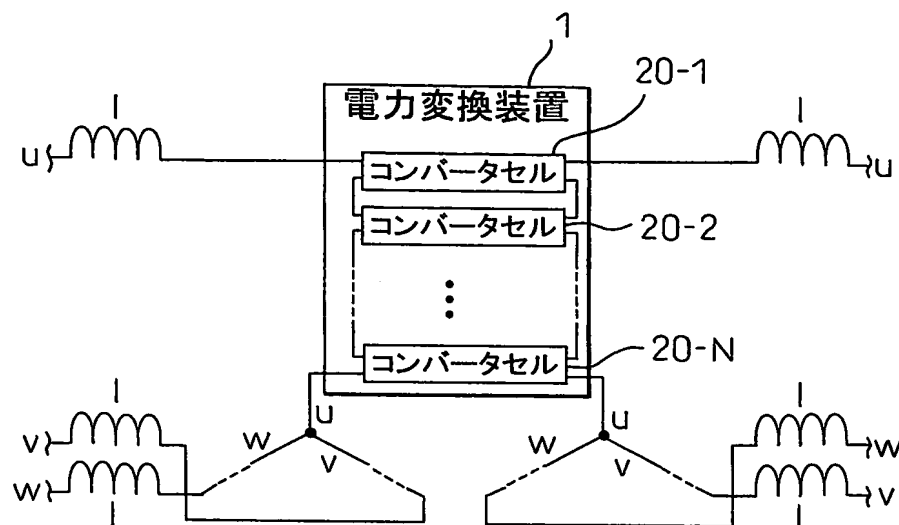


Fig.6

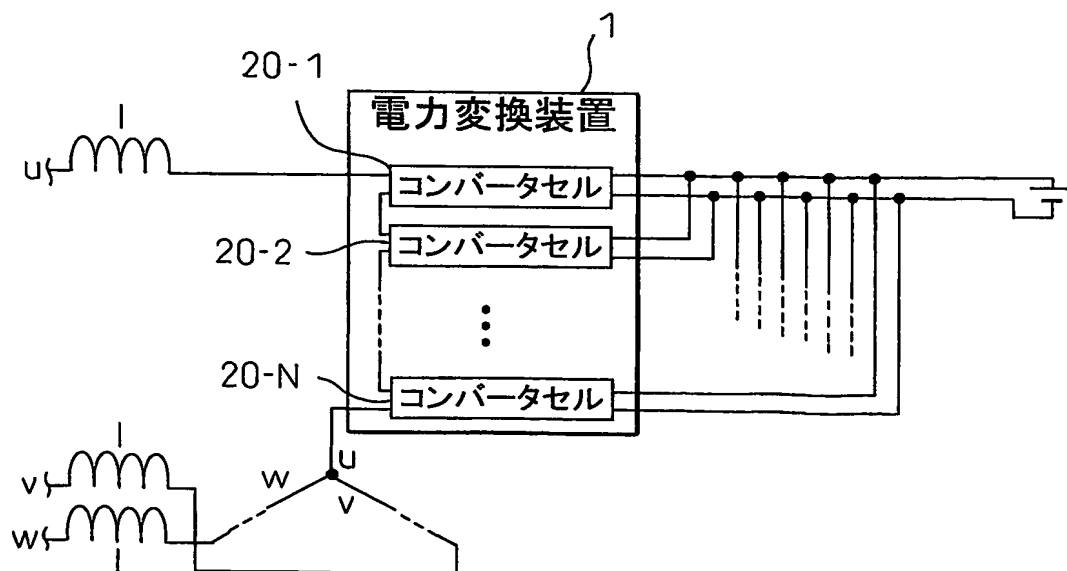


Fig.7

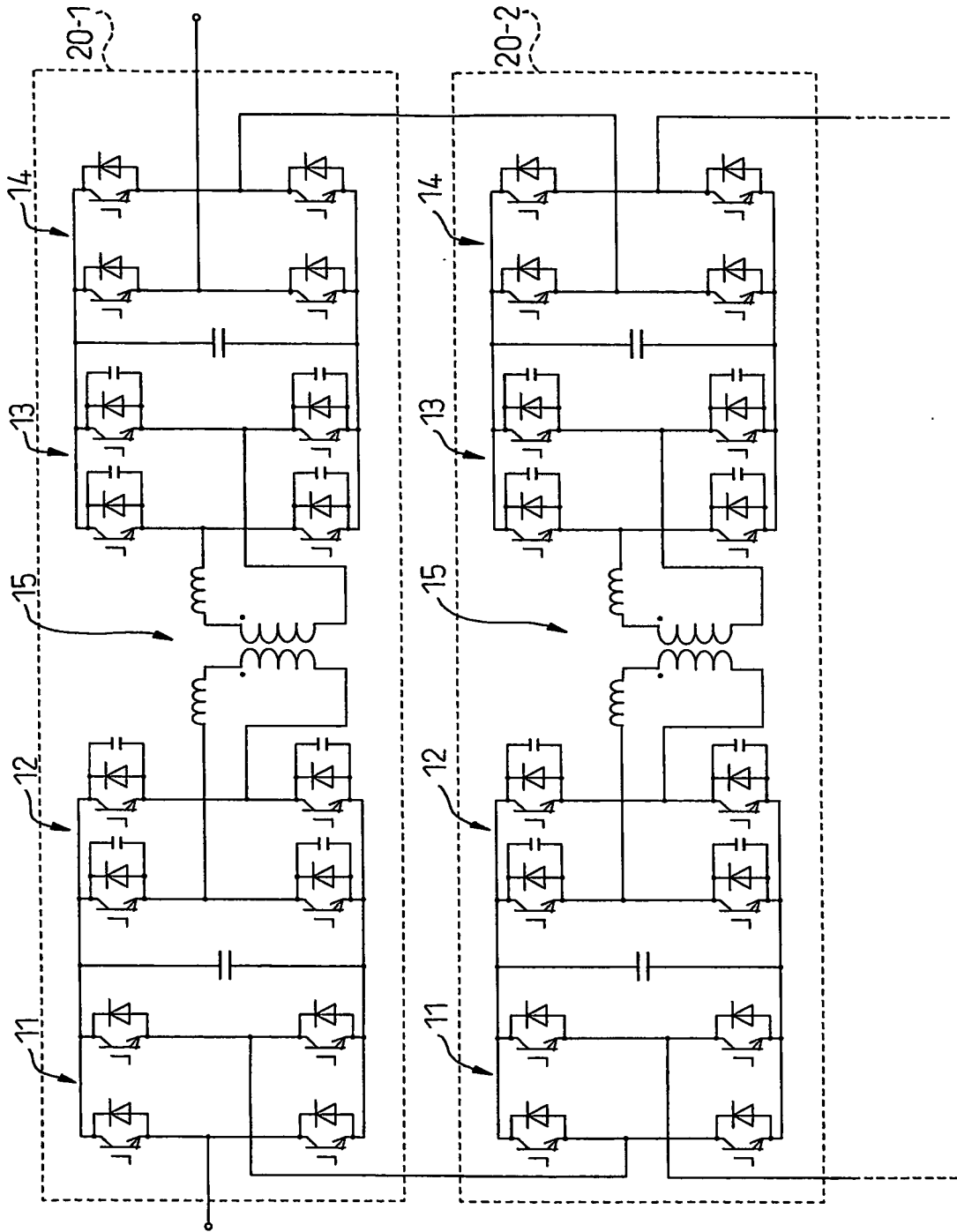


Fig. 8

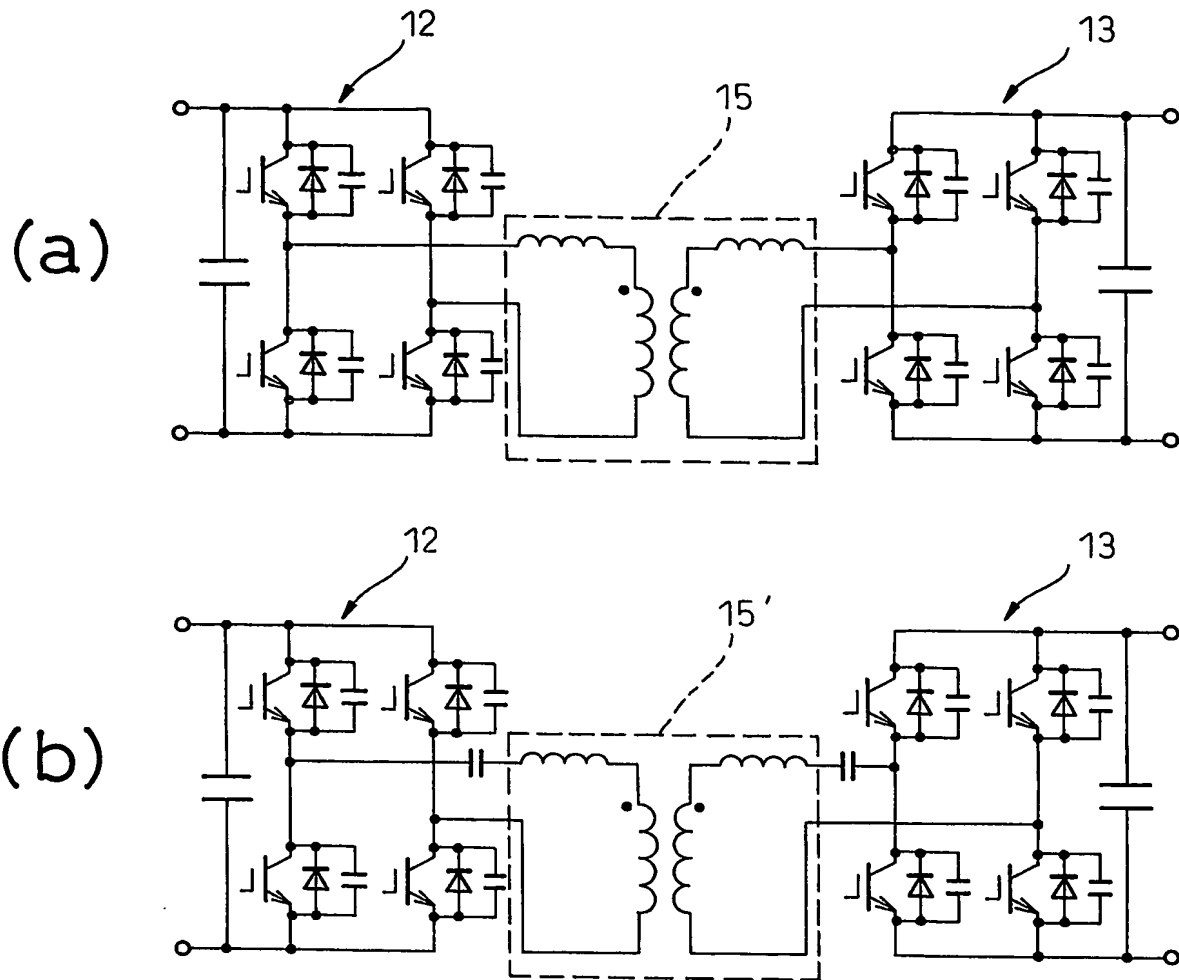


Fig. 9

N	波形	交流入力	直流リンク	定格
4	9レベル	952V	1.52kV	3.0kV以上
5	11レベル	762V	1.22kV	2.4kV以上
6	13レベル	635V	1.02kV	2.0kV以上
7	15レベル	544V	870V	1.7kV以上
8	17レベル	476V	762V	1.5kV以上
9	19レベル	423V	677V	1.3kV以上

Fig.10

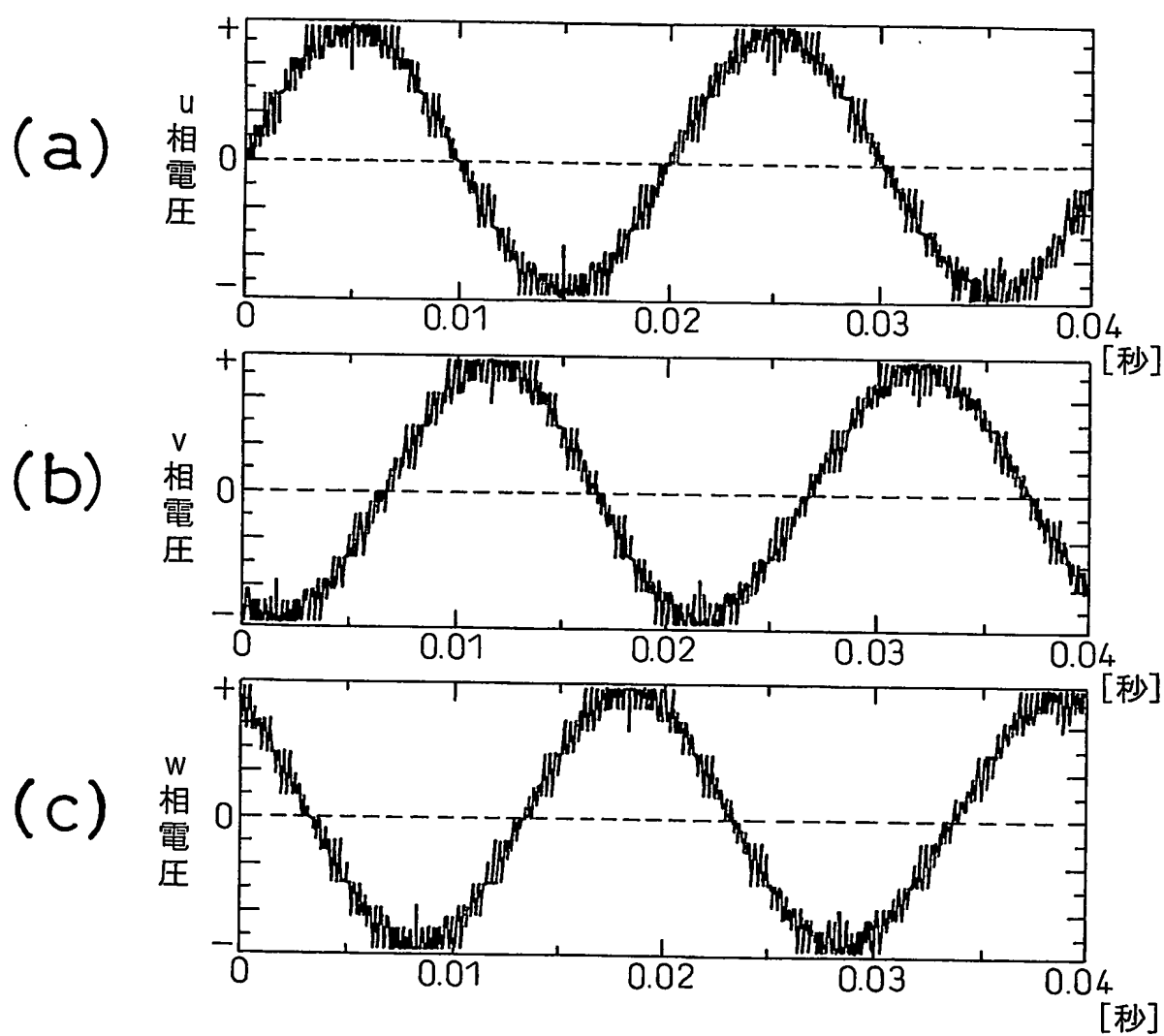


Fig.11

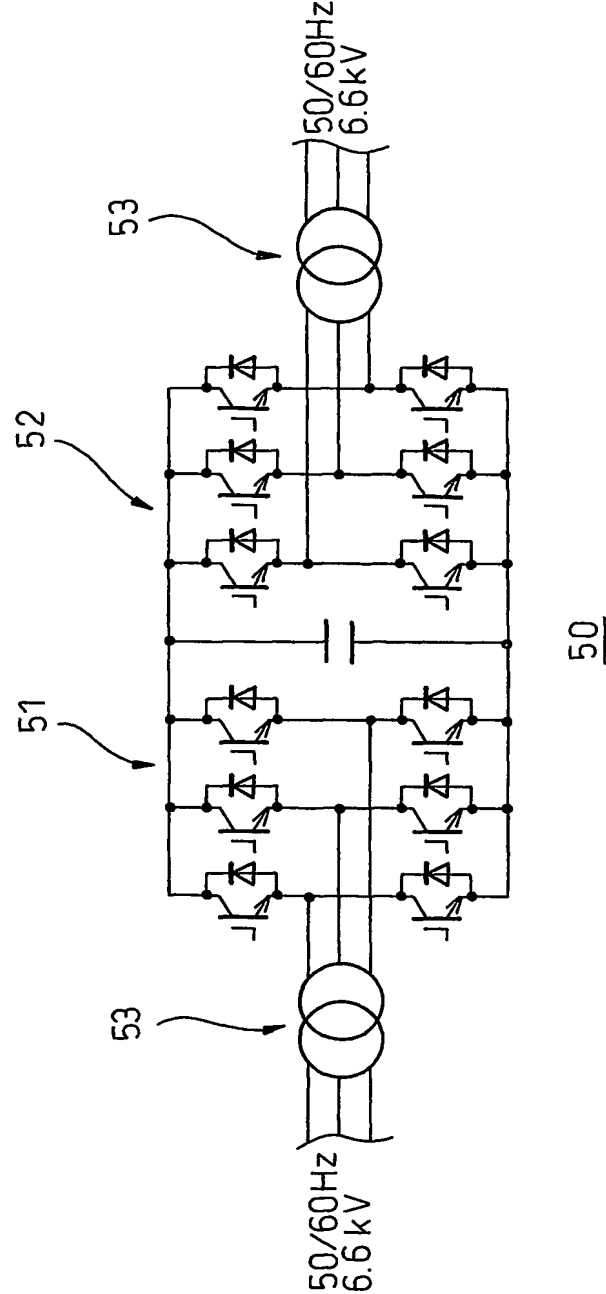
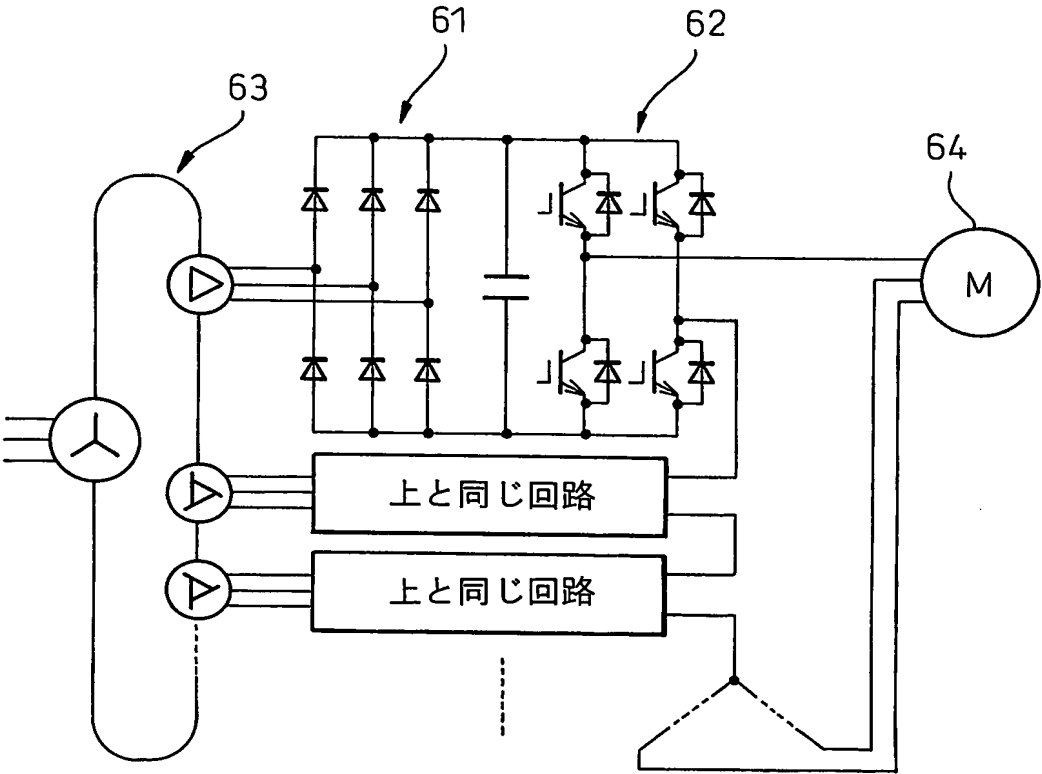


Fig.12



60

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/002962

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H02M7/48

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H02M7/00-7/98

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 10-285833 A (Hokuriku Electric Power Co.), 23 October, 1998 (23.10.98), (Family: none)	1, 3, 8, 9
X	JP 8-228484 A (Nippon Electric Industry Co., Ltd.), 03 September, 1996 (03.09.96), (Family: none)	4, 7-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 June, 2004 (07.06.04)

Date of mailing of the international search report
22 June, 2004 (22.06.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

Best Available Copy

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. H02M7/48

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. H02M7/00-7/98

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2004年
日本国登録実用新案公報 1994-2004年
日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 10-285833 A(北陸電力株式会社)23.10.1998 (ファミリーなし)	1,3,8,9
X	JP 8-228484 A(日本電気精器株式会社)03.09.1996 (ファミリーなし)	4,7-10

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
07.06.2004

国際調査報告の発送日

22.6.2004

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
尾家 英樹

3V 9335

電話番号 03-3581-1101 内線 3356